بررسی و ارزیابی عملکرد سیستمهای آبیاری میکرو در سطح استان سمنان

تیمور سهرابی و غلامعلی سلامت منش

استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۸/۳/۱۲

خلاصه

در شرایط آب و هوائی ایران عمده‌ترین سد راه افزایش تولید ،محدودیت منابع آب می‌باشد چراکه قسمت عمده آب استحصالی در بخش کشاورزی مصرف شده واز طرف دیگر راندمان مصرف آب نیز در این بخش حدودا ۳۰ تا ۳۵ درصد می‌باشد. از این رو استفاده بهینه از منابع آب به عنوان محور اصلی توسعه بایستی مورد توجه قرارگیرد. قابلیت گسترش سطح زیرکشت تا بیش از سه برابر سطح کنونی در صورت تأمین آب، اهمیت موضوع را دو چندان می‌کند. سیستمهای آبیاری میکرو به لحاظ پتانسیل ایده‌آل در توزیع آب با راندمان بالا یک راه حل مطمئن در جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند.گسترش سطح زیرکشت در شرایط محدود بودن منابع آب حاکی از ضرورت توجه به گسترش این سیستمها در سطح کشور می‌شود. در راستای گسترش کمّی، کیفیت یا عملکرد طرحها نیز بایستی مورد توجه‌قرارگیرد. اندازه‌گیری عوامل ارزیابی (ضرائب یکنواختی، راندمانهای پتانسیل و واقعی کاربرد آب) از اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد. در این تحقیق پنج سیستم آبیاری میکرو موجود در سطح استان سمنان از نظر طراحی، اجرا و مدیریت بهره‌برداری مورد بررسی و هر یک در چهارنوبت در طول فصل آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفتند. عوامل ارزیابی براساس دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS) اندازه‌گیری و طرحها مطابق ضوابط طراحی کنترل شدند. با اندازه‌گیری هشت فشار و دبی، ۳۲ قطره‌چکان در هر ارزیابی در یک واحد آبیاری و کنترل فشار در کل سیستم در حال کار، یکنواختی ریزش و راندمان پتانسیل کاربرد آب تعیین گردید. سیستم A ، در میان سیستمهای موجود با متوسط یکنواختی ریزش در مانیفلد (EUm) ۹۱/۸ درصد و متوسط ضریب کاهش راندمان (ERF) ۰/۸۹ و متوسط یکنواختی ریزش درسیستم (EUs) ۸۱/۷ درصد دارای بهترین عملکرد بود. سیستم B با EUm ۸۱/۷ درصد، ERF ۰/۶۹ و EUs ۵۷/۲ درصد در پائین‌ترین سطح عملکرد بود. متوسط مقادیر EUm در کل مانیفلدهای تحت بررسی ۸۷/۳ و ERF به مقدار ۰/۷۹ اندازه‌گیری گردید. متوسط یکنواختی ریزش سیستم‌های تحت مطالعه (EUs) به مقدار ۶۹/۴۶ درصد و پتانسیل راندمان کاربرد (PELQ) به مقدار ۶۲/۴۸ درصد محاسبه شد. کم بودن PELQ از یک سو به ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکانها (C_V) و از سوی دیگر به مدیریت سیستمها مربوط می‌شود.

واژه‌های کلیدی : آبیاری، آبیاری میکرو، خرد آبیاری، قطره‌ای، ارزیابی و سمنان.

مقدمه

از آنجاکه منابع آب محدود است استفادهٔ بهینه از آب یک اصل ضروری محسوب می‌شود. افزایش تولید غذا با مدیریت هوشمندانه منابع آب و ایجاد نظام مناسب آبیاری پیوندی

مهم و حیاتی دارد. اگر قرار بر تأمین نیازهای اساسی مردم است، استفاده منطقی از منابع آب باید جزء لاینفک برنامه‌های توسعه باشد.

طبق گزارشهای موجود میزان آب مورد استفاده در بخش کشاورزی قادر به تامین نیاز آبی کلیه اراضی تحت آبیاری نمی باشد(۵).

بیشترین تلفات آب در حین کاربرد آب در سطح مزرعه و در انتقال آن به مزارع اتفاق می‌افتد و چنانچه جلو این تلفات گرفته شود امکان افزایش راندمان آبیاری فراهم می‌شود. پوشش انهار، اصلاح روشهای سنتی آبیاری، ایجاد شبکه‌های مدرن آبیاری سطحی و کاربرد روشهای مکانیزه راه‌حلهایی برای مقابله با این دومشکل است.

حال که انتخاب روشهای آبیاری مکانیزه به عنوان یک راه‌حل دربهره‌برداری بهینه ازمنابع آب الزامی شده‌است بایدبه کارآئی بهره‌برداری اینگونه سیستمها نیز توجه خاصی شود تااز لغزش و خطا مصون و از تکرار اشتباهات پرهیز شود.

بررسی و ارزیابی سیستم‌های آبیاری موضوع بسیاری از تحقیقات انجام شده بوده و هر کدام اهداف خاصی را دنبال نموده‌اند. در سالهای اخیر مطالعات زیادی نیز جهت تعیین دقیق‌تر عوامل طراحی به منظور افزایش یکنواختی در سیستم‌های مختلف صورت گرفته‌است. در سال ۱۳۵۸ تحقیقی با عنوان ارزیابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در ایران توسط کشاورز صورت گرفت، که در آن فقط به مسائل کلی وپایه‌ای اشاره شده است (۴). در بررسی که در سال ۱۳۷۴ توسط سهرابی و اصیل‌منش صورت گرفت، راندمان‌های کاربرد پتانسیل و واقعی درسیستم آبیاری بارانی سنترپیوت به ترتیب ۷۹ و ۷۵/۸ درصد و برای سیستم شیاری این راندمان‌ها به ترتیب ۶۹/۵ و ۵۶/۸ درصد گزارش شده‌است (۱).

باگسترش سیستم آبیاری میکرو، تحقیقاتی نیز در زمینه‌های مختلف در حال انجام می‌باشد و موضوعات مختلفی در رابطه با این سیستم مورد بررسی قرار گرفته است. سهرابی و اکرام‌نیا در ۱۳۷۵ هشت نمونه قطره‌چکان ساخت داخل را مورد ارزیابی هیدرولیکی قرارداده‌اند(۲). Clemmens (۱۹۸۷) رابطه بین ضریب تغییرات ساخت کارخانه (C_v) و ضریب تغییرات فشار (CV_h) را در یک سیستم میکرو مورد بررسی قرار داد و روشی را جهت برآورد مقدار PELQ در طراحی ارائه نمود(۷). Parchomchuk (۱۹۷۵) به این نتیجه رسید که تغییرات درجه حرارت آب در طول یک لوله فرعی مقدار یکنواختی راکاهش می‌دهد (۱۰).

هدف اصلی این تحقیق ارزیابی فنی و هیدرولیکی عملکرد سیستم‌های آبیاری میکرو و اندازه‌گیری عوامل ارزیابی (ضرائب یکنواختی، راندمانهای پتانسیل و واقعی کاربردآب) در سطح مزارع تحت پوشش این سیستم می‌باشد. در این مجموعه با تحقیق و بررسی طرحهای موجود از نقطه نظر طراحی، اجرا و مدیریت بهره‌برداری به دنبال نمایش نقاط ضعف و قوت سیستم‌هابوده تا با شناخت مسائل و مشکلات موجود حتی‌الامکان در رفع نواقص گامهای موثری برداشته و از طرف دیگر رهنمودی برای کلیه کسانی که به نحوی بااین سیستم سروکار دارند باشد تا از تکرار اشتباهات پیشین جلوگیری شود.

از سوی دیگر با تعیین راندمان پتانسیل کاربرد سیستم‌های میکرو در شرایط فعلی و مقایسه آن با سیستم‌های دیگر جایگاه این سیستم به طور واقعی نشان داده شود. این مهم مورد توجه و علاقه مدیران و دست‌اندرکاران برنامه‌ریزی در بخش کشاورزی می‌باشد.

مواد و روشها

اندازه‌گیری، یک کار عملی مهندسی جهت تعیین عوامل ارزیابی بوده و توزیع یکنواختی را در حین انجام کار طبیعی سیستم اندازه‌گیری می‌کند.

روش انجام کار در توصیه عملی استاندارد ASAE (۶) و دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS) (۳) و نشریه شماره ۳۶ FAO (۶) آمده‌است. در این تحقیق به منظور ارزیابی، روش SCS به کار گرفته شد. مفاهیم مورد استفاده در این بررسی به شرح زیر می‌باشد.

حداقل فشار ورودی به لوله فرعی

Minimum Lateral Inlet Pressure (MLIP)

از تعداد کل لوله‌های فرعی که از یک لوله مانیفلد آبگیری می‌کنند، یکی از آنها دارای حداقل فشار ورودی می‌باشد. به‌این مقدار، حداقل فشار ورودی به لوله فرعی بر روی مانیفلد در حال کار می‌گویند.

عامل تصحیح دبی Discharge Correction Factor(DCF)

متوسط دبی‌های خروجی اندازه‌گیری شده از قطره‌چکانها در یک واحد آبیاری تحت آزمایش نمایانگر دبی قطره‌چکانهای کل سیستم در حال کار نمی‌باشد. زیرا واحدهای آبیاری دیگر ممکن

است بسته به نزدیکی به ایستگاه پمپاژ و یا عدم تنظیم صحیح فشارهای ورودی در ابتدای هر واحد آبیاری از میانگین اندازه‌گیری شده انحراف داشته باشند. لذا اگر MLIP مانیفلد مورد آزمایش، بیشتر یا کمتر از MLIP میانگین سیستم در حال کار باشد، چنین تنظیمی ضروری است. مقدار عامل تصحیح دبی بر مبنای MLIP مانیفلدهای در حال کار محاسبه می‌گردد. فاکتور تصحیح دبی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$DCF = \frac{۲/۵\ (\text{MLIP میانگین})}{(\text{MLIP آزمایش}) \times ۱/۵ + \text{MLIP میانگین}}$$

عامل تصحیح دبی در حقیقت نمایانگر این است که مانیفلد تحت آزمایش نسبت به دیگر مانیفلدهای در حال کار با چه فشاری کار می‌کند. مقدار ضریب بیشتر از یک نمایانگر آن است که فشار مانیفلد تحت آزمایش از فشار متوسط کل سیستم کمتر است و ضریب کمتر از یک عکس مطلب را بیان می‌کند.

عامل کاهش راندمان

Efficiency Reduction Factor(ERF)

اگر فشار ورودی مانیفلد به درستی تنظیم نشده باشد، راندمان کل سیستم کمتر از راندمان مانیفلد مورد آزمایش می‌گردد. برای برآورد این کاهش راندمان، ازحداقل فشار ورودی لوله‌فرعی در طول هر مانیفلد و در سرتاسر سیستم استفاده شده و مقدار ERF محاسبه می گردد. عامل افزایش راندمان ضریب کاهش از رابطه زیر برآورد می‌شود:

$$ERF = \frac{(\text{MLIP میانگین}) + ۱/۵\ (\text{MLIP حداقل})}{۲/۵\ (\text{MLIP میانگین})}$$

راندمان در حقیقت نقش مدیریت را در تنظیم فشار ابتدای مانیفلدهای در حال کار نشان می‌دهد. اگر تمام فشارها به طور صحیح تنظیم شده باشند، مقدار این ضریب برابر یک خواهد بود.

یکنواختی پخش آب Emission Uniformity (EU)

یکنواختی پخش واقعی در مزرعه (EU) برای تعیین راندمان سیستم و برآورد عمق ناخالص آب آبیاری ضروری است. وقتی داده‌های آزمایشی دبی قطره‌چکان تنها مربوط به یک مانیفلد است، EU آزمایش از فرمول (۱) محاسبه می‌گردد.

$$EUm = \frac{Qn}{Qm} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

که در آن:

EUm : یکنواختی ریزش مزرعه‌ای در ناحیه مانیفلد مورد آزمایش (درصد)

Qn : متوسط دبی ربع پایین قطره‌چکان در ناحیه مانیفلد مورد آزمایش (لیتر بر ساعت)

Qm : متوسط دبی کل قطره‌چکانها درناحیه‌مانیفلد موردآزمایش (لیتر بر ساعت)

باتوجه به تعریف عامل کاهش راندمان ، EUs که نشانگر خوبی از وسعت شکل احتمالی یکنواختی سیستم است از رابطه زیر برآورد می‌شود:

$$EUs = ERF \times EUm \qquad (۲)$$

که در آن:

EUs : یکنواختی ریزش در سیستم آبیاری قطره‌ای (درصد)

ERF : عامل کاهش راندمان (بدون بعد)

EUm : یکنواختی ریزش در ناحیه مانیفلد مورد آزمایش (درصد)

راندمان سیستم آبیاری میکرو باتوجه به مقدار EUs مطابق جدول ۱ توصیف می‌گردد (۶) .

جدول ۱ - توصیف راندمان سیستم برمبنای یکنواختی ریزش سیستم

یکنواختی ریزش سیستم EUs	راندمان عملکرد سیستم
> ۹۰	عالی
۸۰-۹۰	خوب
۷۰-۸۰	متوسط
< ۷۰	ضعیف

- راندمان پتانسیل کاربرد ربع پائین (PELQ)

Potential Application Efficiency of Low Quarter

بازده پتانسیل کاربرد ربع پائین (که از این پس PELQ نامیده می‌شود) اشاره به عملکرد یک سیستم دارد که مدیریت آن نسبتاً خوب و آبیاری مناسب نیز صورت می‌پذیرد. چون در آبیاری میکرو تنها بخشی از حجم خاک خیس می‌شود و حداقل عمق برابر صفراست، مفهوم PELQ متفاوت از تعریف آن در روشهای آبیاری دیگر است. PELQ در سیستمهای آبیاری میکرو به صورت زیر برآورد می‌شود.

$$PELQ_{(آزمایش)} = ۰/۶ \times EU \quad (۳)$$

$$PELQ_{(سیستم)} = ERF_{(آزمایش)} \times PELQ \quad (۴)$$

راندمان کاربرد ربع پایین

Application Efficiency of Low Quarter (AELQ)

مفهوم AELQ نیز در سیستم آبیاری میکرو متفاوت از سیستمهای دیگر است. مؤثر بودن یک سیستم آبیاری میکرو از طریق مشخص کردن مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه که برای مصرف گیاه قابل استفاده است، امکان پذیر می‌گردد. در مناطقی که کمترین آب را به صورت کمتر از نیاز دریافت می‌دارند، تلفات آب بصورت نفوذ عمقی وجود نداشته و در نتیجه و مقدار AELQ از رابطه زیر برآورد می‌شود.

$$AELQ_{(سیستم)} = ERF_{(آزمایش)} \times EU \quad (۵)$$

درصورتیکه، میانگین عمق آب‌تراوش یافته درخاک در $\frac{۱}{۴}$ کمترین نمونه‌از SMD بیشترباشدمقدار AELQ از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$AELQ_{(سیستم)} = \frac{\text{SMD در مناطقی که خیس شده‌اند}}{\text{میانگین عمق کاربردی در مناطق خیس شده}} \times ۱۰۰$$

در این تحقیق از فشارسنج (۰ تا ۳ اتمسفر) همراه بامبدل T شکل (برای نصب موقت در دو انتهای لوله فرعی) جهت اندازه‌گیری فشار استفاده گردید. ساعت مچی همراه با بشر و استوانه مدرج ۲۵۰ میلی‌لیتر جهت اندازه‌گیری و تعیین دبی خروجی قطره‌چکانها استفاده شد. متر و مته نمونه‌برداری در تعیین مساحت خیس شده مورد استفاده قرار گرفت. جهت تکمیل اطلاعات، نیاز به نقشه اجرائی طرح مورد نظر، فرم ثبت داده‌ها و کاتالوگ کارخانه سازنده قطره‌چکان بود. وسائل اضافی نظیر رطوبت سنج، دماسنج ومقداری رابط لوله ۱۶ میلیمتری و چاقو نیز مورد استفاده قرار گرفت.

در ابتدای کار خصوصیات گیاه، خاک، پارامترهای آبیاری هر یک از مزارع منتخب شامل دور، مدت، خصوصیات قطره‌چکان (نوع و دبی) و سیستم (قطر لوله‌های فرعی، قطر مانیفلد و طولهای مربوطه و فشارهای ورودی و خروجی)، نحوه آرایش و دیگر خصوصیات طرح جمع‌آوری و در فرم مخصوص ثبت گردید. نحوه آرایش سیستم A در یکی ازمزارع منتخب در این مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

جهت جمع‌آوری دبی قطره‌چکانها یکی از مانیفلدهای تحت آبیاری به‌طور تصادفی انتخاب گردید. سپس چهار لوله فرعی در طول مانیفلد انتخاب شدند. این لوله‌ها به ترتیب در نزدیکی ورودی، ۱/۳ طول، ۲/۳ و نزدیک خروجی مانیفلد انتخاب شدند. بر روی هر یک از لوله‌های فرعی انتخاب شده دبی دو قطره‌چکان در پای چهار درخت جمع‌آوری و اندازه‌گیری شد. دبی قطره‌چکانهای درخت اول، درخت‌های مستقر در ۱/۳ و ۲/۳ لوله فرعی و درخت آخر جهت اندازه‌گیری انتخاب‌گردید. پای هر درخت، دبی دو قطره‌چکان جمع‌آوری شده و نتایج در فرم مربوطه ثبت شد.

فشارآب در دو انتهای هر لوله فرعی که در شرایط نرمال مورد آزمایش قرار گرفتند، اندازه‌گیری و ثبت گردید. در محل ورودی، لوله‌فرعی از اتصال خارج شده، فشارسنج به‌آن وصل گردید و قبل از قرائت فشار کارکرد سیستم مجدداً متصل گردید. درانتها، پس ازاتصال فشارسنج به ساده‌ترین وجه، فشار قرائت گردید. از این مراحل ۸ فشار، ۳۲حجم آب در محل ۱۶ درخت مختلف برای نقاط ریزش مجزا به دست آمد.

جهت تعیین درصد مساحت خیس شده، حداکثر قطر خیس‌شدگی در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری اندازه‌گیری شد. این کار در محل‌های مختلف درختان روی لوله‌های فرعی انجام شد. ازمقادیر بدست آمده مقدار متوسط تعیین و سپس متوسط درصد مساحت خیس شده محاسبه گردید. حداقل فشار ورودی مانیفلدهای در حال کار اندازه‌گیری و در فرم مربوطه یادداشت شد.

در این مطالعه برای محاسبه افت ناشی از اصطکاک در لوله‌های فرعی و مانیفلد از فرمولهای ساده شده دارسی‌-وایسباخ که در دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا آمده است، استفاده گردید.

نتایج و بحث

در این بخش نتایج حاصله از ارزیابی یکی از سیستم‌ها به طور کامل مورد بحث قرار می‌گیرد و سپس عوامل ارزیابی بین سیستم‌های تحت بررسی مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

بررسی سیستم A – در سیستم مورد بررسی متوسط ضریب ERF برابر ۰/۸۹ به دست آمد. این مقدار نمایانگر اینست که با تنظیم شیرهای ابتدایی مانیفلدها در این مزرعه مقدار یکنواختی سیستم را می‌توان حدوداً ۱۲ درصد افزایش داد. جدول ۲ ضرایب DCF

و ERF را نشان می‌دهد. از آنجایی که تنظیم شیرها در هر بار آبیاری مشکل و وقت‌گیر بود، دو راه حل زیر ارائه گردید.

اول آنکه طراحان آبیاری میکرو برای هر بلوک آبیاری حتماً یک شیر جداگانه منظور نمایند. بدین معنی که با باز نمودن یک شیر، تمامی بلوک تحت فشار قرار گیرد که در این صورت تنظیم شیرها فقط برای یکبار در هر فصل آبیاری ضروری است و با کنترل ساده‌ای می‌توان فشارها را تنظیم نمود. این مهم از نظر عملیات بهره‌برداری نیز از طرف کشاورزان مورد پسندتر است. دوم آنکه در ابتدای هر مانیفلد یک فشارشکن تعبیه شود. البته راه‌حل اخیر به کیفیت و قیمت فشارشکنها بستگی زیاد خواهد داشت.

مقدار درصد مساحت خیس شده (Pw) در این مزرعه به طور متوسط در حدود ۲۱ درصد بوده که این مقدار از حد استاندارد (۳۳ درصد در مناطق خشک) کمتر است(۹). جدول ۳ برنامه‌ریزی آبیاری را نشان می‌دهد. البته برای افزایش مقدار Pw می‌توان تعداد قطره‌چکانها را افزایش داد ولی از آنجایی که ریشه‌های درخت پسته بیشتر رشد عمقی دارد، به نظر می‌رسد که این مقدار Pw بر روی رشد گیاه تأثیر چندانی نگذاشته و سیستم با موفقیت به کار خود ادامه دهد. ضمناً مدیریت مزرعه به درخت پسته و نحوه رشد آن آشنایی چندانی نداشته و از روی تجربه مبادرت به آبیاری می‌نمود.

دبی کم قطره‌چکانها در اولین ارزیابی مربوط به افت بیش از حد فشار در فیلترها بوده و در مانیفلدها فشار کافی تأمین نمی‌شد. عملکرد کاری سیستم به طور نسبی خوب می‌باشد. در شرایط حاضر به طور متوسط این سیستم دارای یکنواختی ریزش ۸۱/۷ درصد بوده و حداکثر راندمان پتانسیل کاربرد آن نیز برابر ۷۸/۵۹ درصد می‌باشد. جدول ۴ مقادیر یکنواختی ریزش و راندمان پتانسیل کاربرد سیستم را نشان می‌دهد. با تنظیم فشار در ابتدای مانیفلدها توسط شیرفلکه می‌توان راندمان پتانسیل را به بیش از ۹۰ درصد رسانید. راندمان کاربرد واقعی در سطح مزرعه خالی از بحث نیست.

جدول ۲ - عامل تصحیح دبی (DCF) و عامل کاهش راندمان (ERF) در سیستم A

ارزیابی	تعداد مانیفلد درحال کار	MLIP (متر) آزمایش	حداقل	حداکثر	متوسط	DCF	ERF
I	۴	۷/۹	۶	۷/۹	۶/۷۸	۰/۹۱	۰/۹۳
II	۵	۱۱	۹/۷	۱۶/۷	۱۱/۸	۱/۰۴	۰/۸۹
III	۶	۱۰	۸/۶	۱۷	۱۲/۰۵	۱/۱۱	۰/۸۳
IV	۵	۱۰	۹/۲	۱۲/۱	۱۰/۹۲	۱/۰۵	۰/۹۰۵

جدول ۳ - برنامه‌ریزی آبیاری در سیستم A

ارزیابی	Q_a lit/hr	e	S_w m	A_w m^2	P_w %	T_a hr	F_i day	D_{aw} mm	D_a mm	G lit/day
I	۳/۴۷	۴	۱/۳	۴/۶۴	۱۴/۵	۵	۱	۱۴/۶	۲/۱۷	۶۹/۴
II	۴/۶۶	۴	۱/۴	۴/۸	۱۵	۱۲	۲	۴۶/۶	۷	۱۱۱/۷
III	۴/۴	۴	۱/۴	۴/۸	۱۵	۸	۳	۲۹/۳	۴/۴	۴۷
IV	۴/۳۷	۴	۱/۶	۵/۲۲	۱۶/۳	۸	۴	۲۶/۸	۴/۳۷	۳۵

Q_a = میانگین تنظیم شده دبی مانیفیلد، A_w = مساحت خیس شده، D_{aw} = میانگین عمق آب کاربردی در هر آبیاری برای هر درخت، e= تعداد قطره چکانهای هر درخت، P_w= درصد مساحت خیس شده، S_w= قطر دایرهٔ خیس شده خاک، T_a=مدت زمان کاربرد آب، F_i= دور آبیاری، D_a= میانگین کل عمق آب کاربردی در سیستم و G= حجم آب آبیاری مورد نیاز برای هر درخت

در این سیستم تلفات آب به دلایل مختلف از قبیل دررفتگی قطره‌چکانها، مصرف آب جهت شستشوی لوله‌ها و فیلترها، عدم یکنواختی و صحیح نبودن آرایش قطره‌چکانها وجود داشت. لذا مقدار AELQ درحد بسیار پایین‌تر از حد انتظار بود.

در مزرعه A توصیه می‌شود که در رشد کامل حداقل ساعت آبیاری ۱۲ ساعت و حداکثر ۲۱/۵ ساعت تنظیم شود. در این‌صورت حداقل عمق آب آبیاری ۶ میلیمتر و حداکثر ۱۰/۷۵ میلیمتر در سطح تحت پوشش گیاه خواهد بود. تنظیم دور آبیاری با نظر شخصی مدیریت قابل قبول می‌باشد. از آنجایی که گیاه پسته به بیماری گموز و وجود رطوبت در پای درخت حساس می‌باشد، هر چه دور و مدت آبیاری بیشتر باشد، بهتر خواهد بود.

با توجه به جدول ۵ افت در فیلترها بسیار زیاد و به همین دلیل فشار کلی کارکرد سیستم پایین بود. دبی کم، باعث افت کم در طول لوله‌های فرعی و مانیفلد در حال کار شده است. حداقل افت فیلترها در ارزیابی چهارم ایجاد شده است. مدیریت مزرعه نسبت به شستشوی فیلترها توجه خاص داشته و اینکار را با دقت و به طور مرتب بعد از هر بار یا دو بار آبیاری انجام می‌دهد.

حداکثر افت در طول لوله‌های فرعی ۱/۳ متر اندازه‌گیری شده است. این مقدار نشان دهنده طراحی صحیح لوله‌های فرعی می‌باشد. مقدار کم افت در طول لوله‌های فرعی بیشتر از نوع آرایش در نظر گرفته شده ناشی می‌شود. به طوری که حداکثر سرعت آب در ابتدای لوله فرعی برابر ۰/۴۱ متر بر ثانیه گشته و در طول لوله فرعی مرتباً در حال کاهش می‌باشد. سرعت پایین در لوله‌های فرعی امکان گرفتگی قطره‌چکانها را توسط مواد معلق موجود در آب افزایش می‌دهد. از طرفی دیگر در طول تابستان گرم بر اثر تابش نور خورشید درجه حرارت آب در لوله‌های فرعی بالا رفته و باعث صدمه‌زدن به گیاه می‌شود و همچنین پتانسیل آب نسبت به رسوب کربنات کلسیم افزایش می‌یابد.

حداکثر طول لوله‌های فرعی (با توجه به آرایش در نظر گرفته شده) در موقعیت سرازیری ۱۰۸ متر و در جهت سربالایی ۵۶ متر می‌باشد. طراح حداکثر طول را ۸۶ متر برای موقعیت سرازیری و ۵۰ متر برای موقعیت سربالایی در نظر گرفته بود. کوتاه در نظر گرفتن طول لوله‌های فرعی باعث اختلاف فشار کمتر و در نتیجه افزایش یکنواختی طرح گشته ولی تعداد مانیفلدها در کل سیستم افزایش

جدول ۴ - نتایج آماری راندمان پتانسیل کاربرد و یکنواختی ریزش در سیستم A

ارزیابی	EUm (%)	ERF (اعشاری)	EUs (%)	PELQ (%)	توصیف عملکرد سیستم
I	۹۳/۹	۰/۹۳	۸۷/۳۲	۸۷/۵۹	خوب
II	۹۱	۰/۸۹	۸۰/۹۹	۷۲/۸۹	خوب
III	۸۸/۸	۰/۸۳	۷۳/۷	۶۶/۳۳	متوسط
IV	۹۳/۴	۰/۹۰۵	۸۴/۵	۷۶/۰۵	خوب
متوسط	۹۱/۸	۰/۸۹	۸۱/۷	۷۳/۵۳	خوب

جدول ۵- وضعیت افتهای اصطکاکی در سیستم A

ارزیابی	افت در فیلترها (متر)	اختلاف فشار در لوله‌های فرعی (متر)		حداکثر اختلاف فشار در ورودی لوله‌های فرعی (متر)	اختلاف فشار در لوله اصلی (متر)
		max	min		
I	۵/۲	۰/۵	۰/۰	۰/۱	۲/۹
II	۰/۵	۱/۳	۰/۰	۱/۶	۵/۵
III	۱/۰	۰/۵	۰/۳	۰/۷	۵/۵
IV	۰/۳	۱/۱	۰/۵	۲/۰	۱/۲

می‌یابد. جدول ٦ وضعیت هیدرولیکی در لوله‌های فرعی تحت شرایط طراحی را نشان می‌دهد.

اختلاف فشار در مانیفلد بیشتر تابع توپوگرافی بوده و در مورد چهارمین ارزیابی این مانیفلد به سمت سربالایی قرار داشته است و اختلاف ارتفاع توپوگرافی به اختلاف فشار حاصله از افت اصطکاکی کمک کرده است. وضعیت هیدرولیکی لوله‌های مانیفلد در جدول ۷ آمده است.

با مقایسه اختلاف فشار در ستون آخر جدول، به وضوح مشخص است که مانیفلد در جهت سربالایی با فشار کمتری کار خواهد کرد. از نظر اصول هیدرولیکی افت در حد مجاز بوده و همان‌گونه که در ردیف سوم جدول ۷ مشاهده می‌شود، اگر مانیفلدهایی که در جهت سرازیر قرار می‌گیرند با قطر ۵۰ میلیمتر انتخاب می‌شدند، مقدار اختلاف فشار بین مانیفلدهای سربالا و سرپایینی کمتر شده و منجر به یکنواختی بیشتر در کل سیستم می‌گشت. از طرفی در مقدار هزینه نیز صرفه‌جویی می‌شد.

اختلاف فشار در لوله‌های اصلی برابر ۵/۵ متر اندازه‌گیری شده است و اگر به این مقدار اختلاف ارتفاع ایستگاه پمپاژ تا محل به آن اضافه شود، افت ایجاد شده در طول خط اصلی نزدیک به ۱۲ متر می‌شود. این افت به مقدار زیادی بستگی به نحوه بازبودن شیرها داشته و نقش مدیریت را هم در اینجا نمی‌توان نادیده گرفت. از آنجایی که در این طرح برای هر بلوک شیر جداگانه‌ای در نظر گرفته نشده است، بهتر بود طراح در قسمت شمالی طرح، برنامه‌ریزی آبیاری را به گونه‌ای ارائه می‌کرد که شیرها از دو طرف لوله اصلی به ترتیب باز شوند. در این صورت قطر لوله‌های اصلی کاهش می‌یافت.

از آنجایی که مقدار C_V کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد، لذا در کلیه دفعات ارزیابی یکنواختی توزیع را در واحد آبیاری بسیار خوب توصیف می‌کند. جدول ۸ پراکندگی دبی‌های اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد.

شکل ۲ وضعیت توزیع آب آبیاری را درمانیفلدها نشان می‌دهد. شکل ۳ متوسط نمودار بی‌بعد پراکندگی دبی قطره چکانها در مانیفلد های سیستم A رانشان می‌دهد. درصورتیکه فشاردرابتدای مانیفلدها بخوبی تنظیم شود، توزیع مزرعه به شکل ۳ نزدیک خواهد بود و از آن برای

جدول ٦ - وضعیت هیدرولیکی لوله‌های فرعی در سیستم A

	n[1]	L	Q	Hf	S	Δz^2	ΔH
		(m)	lit/hr	m	%	m	m
طراحی شده	۲۱	۸۴	۱٦۸	۱/۰۹	۱/۱	-۰/۹۲	۰/۱۷
حداکثر	۲۷	۱۰۸	۲۱٦	۲/۰۹	۱/۱	-۱/۲	۰/۸۹
طراحی شده	۱۲	۴۸	۹٦	۰/۲۵	۱/۱	+۰/۵۳	۱/٦۳
حداکثر	۱۴	۵۴	۱۱۲	۰/۳۸	۱/۱	+۰/٦۲	۱/۴۸

۱ - تعداد درخت

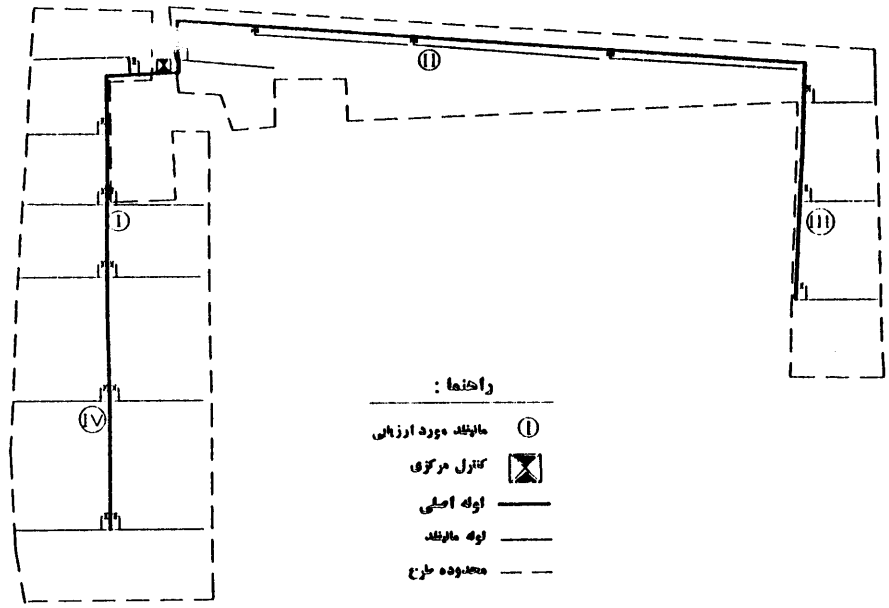
۲ - علامت منفی و مثبت به ترتیب نشان دهنده جهت سرازیری و سربالایی می‌باشد.

جدول ۷ - کنترل قطر لوله‌های مانیفلد در سیستم A

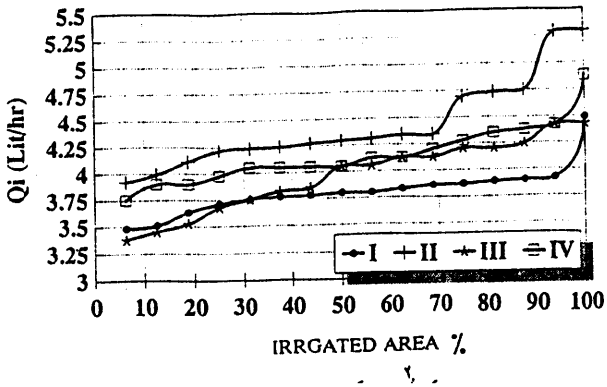
n[1]	Q	L	D	V	hf	S	dZ^2	dp
	lit/hr	m	mm	m/sec	m	%	m	m
۴۰۸	٦۵۲۸	۱۰۰	٦۳	۰/۷۴	۰/۵۱	۰/۴	+۰/۴	۰/۹۲
۴۰۸	٦۵۲۸	۱۰۰	٦۳	۰/۷۴	۰/۵۱	۰/۴	-۰/۴	۰/۱۲
۴۰۸	٦۵۲۸	۱۰۰	۵۰	۱/۱۸	۱/۵۴	۰/۴	-۰/۴	۱/۱۴

۱ - تعداد درخت

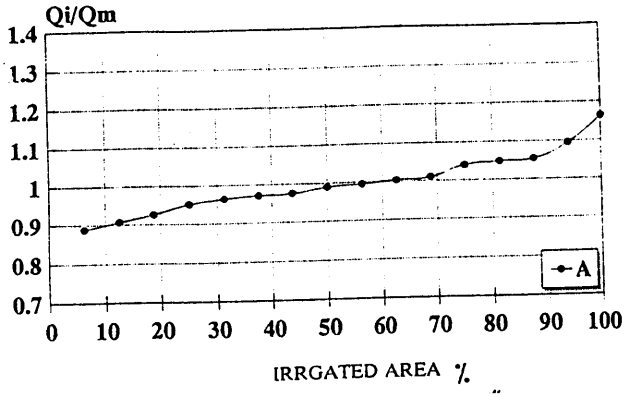
۲ - علامت منفی و مثبت به ترتیب نشان دهنده سرپایین و سربالایی می‌باشد.



شکل ۱ - نحوه آرایش سیستم A در یکی از مزارع منتخب



شکل ۲- پراکندگی دبی قطره‌چکانها (سیستم A)



شکل ۳ - متوسط نموداربی‌بعدپراکندگی دبی‌قطره‌چکانهادرمانیفلدهای سیستم A

برنامه‌ریزی آبیاری در سالهای آتی می‌توان استفاده نمود.

جدول ۹ نتایج آماری راندمان و یکنواختی ریزش در سیستمهای مورد بررسی را نشان می‌دهد. علی‌رغم یکنواختی ریزش مناسب آب در واحدهای آبیاری (EUm) یکنواختی ریزش آب در کل سیستم (EUs) چندان مطلوب نمی‌باشد. علت چنین امری به ضریب کاهش راندمان (ERF) برمی‌گردد. عدم تنظیم فشار در کل سیستم در حال کار، علت عمده کمی ضریب کاهش راندمان می‌باشد. نقش مدیریت در میزان ERF غیرقابل انکار است و با توجه به مقدار به دست آمده لزوم آموزش کارگران و تنظیم سیستم‌های موجود به خوبی آشکار می‌شود. به طور خلاصه می‌توان گفت که سیستم‌های فعلی نیاز به تنظیم دارند و این در حالی است که توزیع آب در یک واحد آبیاری در حد ایده‌آلی قرار دارد.

سیستم‌های A ، C و D دارای یکنواختی ریزش بسیار خوبی تحت یک واحد آبیاری می‌باشند ولیکن سیستم B به دلیل توپوگرافی شدید و سیستم E به دلیل بالا بودن ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکانها دارای توزیع چندان مناسبی نیستند. شکل ۴ متوسط نمودار بی بعد توزیع آب آبیاری را در مانیفلدهای مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۷ - نتایج اندازه‌گیری دبی قطره‌چکانها در سیستم A (lit/hr)

ارزیابی / ردیف	I	II	III	IV
۱	۳/۴۸	۳/۹۲	۳/۳۷۵	۳/۷۵
۲	۳/۵۱	۳/۹۹	۳/۴۵	۳/۹
۳	۳/۶۳	۴/۱۱	۳/۵۲۵	۳/۹
۴	۳/۷۱	۴/۲۱	۳/۶۷۵	۳/۹۷۵
۵	۳/۷۵	۴/۲۳	۳/۷۵	۴/۰۵
۶	۳/۷۷	۴/۲۴	۳/۸۵۵	۴/۰۵
۷	۳/۷۸	۴/۲۷	۳/۸۵۵	۴/۰۵
۸	۳/۸۰	۴/۲۹	۴/۰۵	۴/۰۵
۹	۳/۸۰	۴/۳۱	۴/۰۵	۴/۱۲۵
۱۰	۳/۸۳	۴/۳۴	۴/۱۲۵	۴/۱۲۵
۱۱	۳/۸۶	۴/۳۴	۴/۱۲۵	۴/۲
۱۲	۳/۸۷	۴/۶۹	۴/۲	۴/۲۷۵
۱۳	۳/۸۹	۴/۷۳	۴/۲	۴/۳۵
۱۴	۳/۹۰	۴/۷۵	۴/۲۴۵	۴/۳۸
۱۵	۳/۹۲	۵/۲۰	۴/۲۴۵	۴/۴۲۵
۱۶	۴/۴۲	۵/۲۹	۴/۴۲۵	۴/۸۷۵
میانگین (X)	۳/۸۱	۴/۴۶۳	۳/۹۵۶	۴/۱۵۵
انحراف معیار (S)	۰/۲۲۳	۰/۴۰۴	۰/۳۳۱	۰/۲۶۷
ضریب تغییرات % (C_V)	۵/۸۴	۹/۰۵	۸/۳۷	۶/۴۲

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

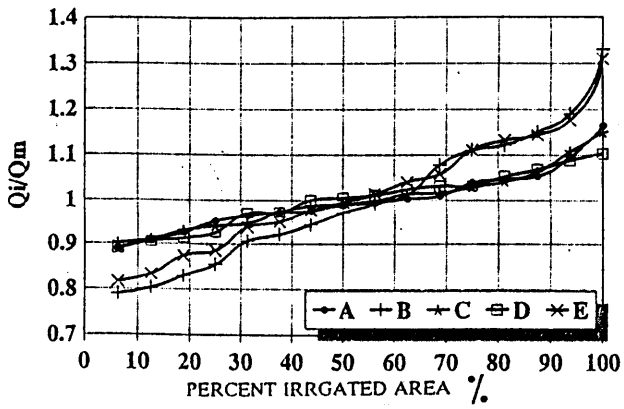
سیستم A با متوسط یکنواختی ریزش در مانیفلد (EUm) ۹۱/۸ درصد، متوسط ضریب کاهش راندمان (ERF) ۰/۸۹ و متوسط یکنواختی ریزش در سیستم (EUs) ۸۱/۷ درصد در بهترین شرایط قرار داشت. سیستم B دارای EUm، ۸۱/۷ درصد، ERF ۰/۶۹۳ و EUs ۵۷/۱۵ درصد بوده و در بدترین شرایط قرار داشت. سیستم C با EUm، ۹۲ درصد، ERF، ۰/۸۵ و EUs، ۷۸/۷ درصد دارای عملکرد متوسط بود. سیستم D دارای EUm، ۸۷/۲ درصد، ERF، ۰/۷۳۳ و EUs، ۶۴/۱۶ درصد بوده و به همراه سیستم E با EUm، ۸۳/۷ درصد، ERF، ۰/۷۹ و EUs، ۶۶/۳ درصد دارای عملکرد ضعیف بودند.

متوسط مقادیر یکنواختی ریزش و پتانسیل راندمان کاربرد آب سیستمهای تحت مطالعه به ترتیب ۶۹/۴۲ و ۶۲/۴۸ درصد برآورد شد. مقادیر کم PELQ از یک سو به ضریب تغییرات ساخت کارخانه و از سوی دیگر به مدیریت سیستمها برمی‌گردد.

مقدار EUm در حقیقت توان یک واحد آبیاری قطره‌ای را در توزیع یکنواخت آب نشان می‌دهد. مقدار پایین ERF در حقیقت مشکل عدم آشنایی کشاورزان و ضرورت امر آموزش مدیریت بهره‌برداری سیستمها را نشان می‌دهد. کم بودن PELQ از یک سو به ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکانها و از سوی دیگر به طراحی سیستمها برمی‌گردد. با تنظیم سیستمهای در حال کار و رفع نواقص می‌توان درصدقابل توجهی به‌مقدار EUs و PELQ افزود. در شرایط کنونی بهره‌برداری، آبیاری میکرو مزیتی بر دیگر سیستمها داشته و در اغلب موارد به لحاظ شرایط خاص مزارع شاید بهترین راه‌حل به

جدول ۱۰ - نتایج آماری راندمان و یکنواختی ریزش در سیستمهای مورد بررسی

سیستم	EUm (%)	ERF (اعشاری)	EUs (%)	PELQ (%)	توصیف عملکرد سیستم
A	۹۱/۸	۰/۸۹	۸۱/۷۰	۷۳/۵۳	خوب
B	۸۱/۷	۰/۶۹۳	۵۶/۶۱	۵۰/۹۵	ضعیف
C	۹۲/۰	۰/۸۵۶	۷۸/۷۵	۷۰/۸۷	متوسط
D	۸۷/۲	۰/۷۳۳	۶۳/۹۹	۵۷/۵۹	ضعیف
E	۸۳/۷	۰/۷۹	۶۶/۱۲	۵۹/۵۰	ضعیف



شکل ۴ - متوسط نمودار بی‌بعد پراکندگی دبی قطره‌چکانها در مانیفلدهای سیستم E و D، C، B، A

شمار می‌رود. گسترش سطح زیر کشت و برداشت کمتر از منابع آبی که به وضوح در طرحها مشاهده می‌شود، موکد این واقعیت است.

یک سیستم موفق تابع عملکرد درست سه‌اصل طراحی، اجراوبهره‌برداری میباشد و از آنجائی که سیستم‌های حاضر بعنوان الگو درمنطقه مطرح شده‌اند، لازم است تا کارشناسان آبیاری با بازدید مداوم از طرحها و رفع نواقص مورد بررسی با تضمین موفقیت، باعث فراگیرشدن روش نوین آبیاری قطره‌ای در سطح استان گردند. تحقق این امر مرهون وجدان کاری تمامی کسانی است که به نحوی با این سیستم ها سر و کار دارند.

باتوجه به مطالعات انجام شده پیشنهادهای ذیل ارائه می شود.

۱ - تعیین ضوابط و معیارهای مشخص برمبنای استانداردهاو تحقیقات انجام شده در ارائه گزارش تکمیلی طرحها.

۲ - سرعت بخشیدن به امر استاندارد کردن وسایل و ضمائم سیستم آبیاری قطره‌ای وکنترل کیفی.

۳ - ارزیابی عملکرد طرحها بعد از اجرا و رفع نواقص مربوطه به منظور بالا بردن سطح کیفی عملکرد سیستمها.

۴ - ارزیابی وتائید صلاحیت شرکتهای اجرائی و نظارت برفعالیتهای آنها.

۵ - آموزش مدیران وکارگران مزارع جهت بهره‌برداری ونگهداری سیستمها وبهره‌برداری صحیح از آنها.

۶ - در صورت امکان و حتی الامقدور تنظیم برنامه آبیاری قطره‌ای در مناطق گرمسیر بصورت آبیاری شبانه تنظیم گردد.

۷ - شستشوی لوله ها قبل از راه‌اندازی و همچنین دو تا سه بار در طول فصل زراعی و رعایت ضوابط مربوط به نصب لوله‌ها.

امید آن می‌رود تا بابکارگیری نتایج حاصله، در عمل گسترش کمی و کیفی سیستم‌های آبیاری میکرو فراهم گردد.

سپاسگزاری

نظر به اینکه بخشی از هزینه‌های طرح مذکور بوسیله اداره کل توسعه آبیاریهای تحت فشار و دانشگاه تهران تأمین شده و ضمناً درکارهای صحرایی از همکاریهای صمیمانه و امکانات مدیریت آب و خاک سازمان کشاورزی استان سمنان بهره‌مند شدیم تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱ - سهرابی، ت. و اصیل‌منش، ر. ۱۳۷۴. مقایسه ارزیابی و کارائی سیستمهای آبیاری بارانی، دستگاه سنترپیوت با سیستم آبیاری نشتی، مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور. سازمان تحقیقات کشاورزی.

۲ - سهرابی، ت. و اکرام‌نیا. ف. ۱۳۷۸، ارزیابی انواع قطره چکان و ارائه قطره‌چکان بهینه از لحاظ فنی و اقتصادی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۰.

۳ - ضیاءتباراحمدی، م. ۱۳۷۱. آبیاری قطره‌ای (ترجمه) ـ دانشگاه مازندران.

۴ - کشاورز، ع. ۱۳۵۸. ارزیابی سیستمهای آبیاری تحت فشار در ایران - پایان نامه، دانشگاه تهران.

۵ - کشاورز، ع. ۱۳۷۴. توصیه هائی بر سیاست‌ها و برنامه‌های آب و آبیاری در ایران - مجموعه مقالات اولین کنگره برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری امور زیربنائی (آب و خاک) در بخش کشاورزی، وزارت کشاورزی : ۲۴۰ ـ ۲۳۱.

6. ASAE EP458, 1990. Field Evaluation of Microirrigation Systems. ASAE standards.
7. Clemmens, A. J., 1987. A Statistical Analysis of Trickle Irrigation Uniformity, Transaction of the ASAE, Vol 30(1), pp: 169 - 175.
8. FAO, 1980. Localized Irrigation Design, Installation, Operation, Evaluation. Irrigation and Drainage Paper No.36
9. Merriam, J. L. and J. Keller, 1978. Farm Irrigation System Evaluation.3^{ed}, Logan,Utah, Agricultural and Irrigation Engineering Dept, Utah State Univ.
10. Parchomchuk, P. 1976. Temperature Effects on Emitter Discharge Rates. Transaction of the ASAE, Vol. 19 (4), pp: 690 - 692.

Performance Evaluation of Farmer-Managed Micro-irrigation Systems (Semnan Province)

T. M. SOHRABI AND G. A. SALAMATMANESH

Assistant Professor and former graduate student, Department of Irrigation and Reclam. Eng. Faculty of Agricultural, University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted June 2, 1999

SUMMARY

Considering the climatic conditions of Iran, the most leading barrier for production boost is the limitation in water resources. Since the major part of the water attained is utilized in the agricultural sector and on the other hand the water use efficiency on the farm is only about 30 to 35 percent, the most proper use of water resources must be considered as the main axis of progress. The possibility of extending the area under cultivation up to three times the present area, provided that water is supplied, adds to the importance of the subject to a agreat extent.Since microirrigation system is an ideal potential in efficient water application, it is considered to be a promising way in the direction of the best usage of water resources. The need for development of the area under cultivation in conditions of limited water resources expresses the necessity of attention to be paid to the development of such systems. In the direction of quantity improvement one must also pay attention to the way projects are performed. In this study, the determination of evaluation factors such as potential and actual efficiencies of water application as well as uniformity coefficients were the main objectives. To carry out the research objectives, five existing micro-irrigation systems in Semnan province were taken into account from the view point of planning, performance and management. Each system was evaluated four times during the irrigation season. The evaluation parameters were measured on the basis of Soil Conservation Services (SCS) method and the system designs were controlled against design measures. By measuring eight pressures and the discharge of 32 emitters in one unit of irrigation and controlling the pressure in the whole irrigation system in operation, the uniformity and potential efficiency of water

application were determined. System "A" with an average manifold emission uniformity (EUm) of 91.8 percent, average efficiency reduction factor (ERF) of 0.89 and an average system emission uniformity (EUs) of 81.7 percent, possessed the best performance among the selected systems evaluated. System "B" with EUm of 81.7 percent, ERF of 0.69 and EUs of 57.2 percent had the lowest performance. Average EUm on all the manifolds under investigation was about 87.3 percent with an ERF of 0.79 . The amount of EUm, in fact, shows the ability of a micro-irrigation system unit from the view point of uniform distribution of water. The low amount of ERF indicates the problem of unfamiliarity of farmers and the necessity for education of system management. The average measured EUs and PELQ were about 69.42 and 62.48 percent, respectively. The amount of PELQ, on the one hand, is related to manufactures coefficient of variation for individual emitters and on the other to the management of the system.

Keywords: Micro-irrigation, Evaluation, Trickle irrigation & Semnan